

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



CATEGORIA 3

**A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PDCA PARA REDUÇÃO DA TAXA DE
DESEIXAMENTO DE RODEIROS FERROVIÁRIOS NA GERÊNCIA DE
INSPEÇÃO E PREDITIVA DE VAGÕES (IPV) DA ESTRADA DE FERRO
CARAJÁS (EFC)**

INTRODUÇÃO

Atualmente as organizações buscam aprimorar os seus processos, elevar o nível de desempenho e melhorar os seus resultados, e buscam também entender e controlar os processos de negócios, atuando de modo a conferir-lhes maior transparência, fluidez, lógica, racionalidade e efetividade. As organizações estão adotando ao longo dos anos métodos para melhorar os processos vinculados a suas ambições em serem excelentes na área de atuação. Atrelado a isso, a Vale utiliza como um dos métodos de melhoria contínua o PDCA, metodologia frequentemente utilizado na produção enxuta. O PDCA (Plan - Do - Check – Act) é uma metodologia de solução de problemas que com uma sequência lógica de etapas apoiadas por ferramentas da qualidade, quando aplicada de

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



forma sistemática nos processos proporciona a melhoria de forma continuada para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização. Pode ser utilizada em qualquer ramo de atividade, para alcançar um nível de gestão melhor a cada dia. Seu principal objetivo é tornar os processos da gestão de uma organização mais ágeis, claros e objetivos. Deste modo, o presente artigo aborda a utilização do método PDCA para redução da taxa de deseixamento de rodeiros bem como os resultados obtidos com a sua utilização.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologia; PDCA; Deseixamento; Rodeiros; Processos.

DIAGNÓSTICO

Uma das consequências da globalização e da abertura comercial é que a competição de mercado deixou de ser local e regional, passando para uma escala internacional, exigindo cada vez mais das empresas a necessidade da melhoria contínua em seus processos, visando alcançar a qualidade com menores custos.

Segundo Orofino (2009, p. 67), a melhoria contínua aplicada aos processos objetiva a eliminação da causa de uma falha qualquer, a partir da identificação pelos mecanismos de controle do processo. Isto faz com que a qualidade deixe de ser uma opção e passa a

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



ser sinônimo de sobrevivência, sendo não apenas a característica de um produto e/ou serviço, mas também a satisfação de forma total das necessidades e expectativas dos clientes, tornando-se uma parte da prestação do serviço, assim como do produto, assumindo a melhoria contínua como uma filosofia a ser seguida pelas organizações.

Segundo Vieira Filho (2010, p.24) o PDCA é um método que gerencia as tomadas de decisões de forma a melhorar atividades de uma organização sendo, também, muito explorado na busca da melhoria da performance. Isso faz com que o PDCA seja muito importante e contribua significativamente para a obtenção de melhores resultados.

Deste modo, por meio do gerenciamento dos processos, é possível identificar e melhorar o desempenho quando este não satisfaz os objetivos estabelecidos. Assim, a gestão de processos, com a utilização do método PDCA vem sendo cada vez mais importante para atingir a excelência operacional e a continuidade dos esforços de melhoria, a partir da eliminação de não conformidades, além de fomentar nas organizações uma cultura voltada à eliminação de falhas e busca por resultados cada vez melhores.

Visando isso, o presente trabalho revela um estudo de caso de utilização da metodologia PDCA, no qual, por meio dos passos da metodologia será possível identificar a problemática de taxa deseixamento de rodeiros, suas causas, ações para mitigação e/ou eliminação das causas e obtenção dos resultados no ano de 2020. Sendo assim o objetivo principal deste estudo de caso visa apresentar a metodologia para melhoria no processo operacional da Gerência de Inspeção e Preditiva de Vagões.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



MÉTODO DE PESQUISA

Com o fim de descrever o tipo de pesquisa a ser adotado, recorre-se ao critério de classificação de pesquisa proposto por Vergara (2004) em relação aos dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins: este trabalho é caracterizado como um estudo quali-quantitativo, tendo em vista que se fez necessário o levantamento e análise de dados de rodeiros classificados para deseixamento no período de 2019 à 2020. E qualitativo pois foram realizados brainstorming com funcionários para explorar possíveis causas potenciais que gerassem o problema.

De acordo com Mendonça, Rocha e Nunes (2008), o estudo quantitativo utiliza-se de todos os pontos de vista e referências para que sejam modificados em números estatísticos, tornando possível a utilização desses dados para fundamentar a realidade, pelo processo de quantificação. No que compreende sobre o método de abordagem, a pesquisa se classifica como qualitativa que associa o mundo real ao sujeito. Sendo assim, com esse vínculo indissociável não se pode somente traduzir os resultados em números estatísticos, fazendo-se preciso observar e analisar os fatores em seu ambiente natural.

Quanto aos meios: é uma pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Bibliográfica, pois foi elaborada uma revisão de literatura relacionada ao tema da pesquisa por consulta a materiais como livros, artigos, dissertações, material de treinamento e na internet. Estudo de caso, pois foi realizada uma modelagem do uso da abordagem de deseixamento de rodeiros ferroviários.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Método PDCA

A metodologia foi desenvolvida por Walter A. Shewhart na década de 30 e consagrada por Willian Edwards Deming a partir da década de 50, onde foi empregado com sucesso nas empresas japonesas para o aumento da qualidade de seus processos (CICLO PDCA, 2005). O Ciclo PDCA tem como objetivo exercer o controle dos processos, podendo ser usado de forma contínua para seu gerenciamento em uma organização, por meio do estabelecimento de uma diretriz de controle (planejamento da qualidade), do monitoramento do nível de controle a partir de padrões e da manutenção da diretriz atualizada, resguardando as necessidades do público-alvo.

O PDCA é aplicado principalmente nas normas de sistemas de gestão e pode ser utilizado em qualquer organização de forma a garantir o sucesso nos negócios, independentemente da área ou departamento (vendas, compras, engenharia, etc). De acordo com Pessoa (2007) o ciclo PDCA é uma sequência de atividades que são percorridas de forma cíclica para melhorar os resultados e/ou atingir as metas estabelecidas.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



Seguindo o conceito de Mattos (2010, pp. 40 – 41) o método PDCA trata didaticamente o processo de melhoria contínua como uma sequência de três passos em um ciclo: aproveitado o máximo dos dados disponíveis para seu desenvolvimento sendo eles de equipes, de orçamento, planos de atuação, tendo a certeza de um planejamento como um compromisso geral e não como missão de uma área técnica; procurando uma execução de uma obra como planejamento, pois nem sempre seu cronograma de obras tem seus objetivos alcançados, tornando necessária uma nova aferição do que foi realizado. Com isso pode ser apropriado índices de campo e propriedade das equipes avaliando seus desvios inerentes a seu planejamento; e por fim uma revisão do seu planejamento dando a ele um novo direcionamento fazendo o gerente retomar sua obra a seu eixo.

O ciclo (Figura1) inicia pela etapa do planejamento, em seguida a ação ou conjunto de ações planejadas são executadas, checka-se o que foi feito, se estava de acordo com o planejado, constantemente e repetidamente (ciclicamente) e toma-se uma ação para eliminar ou ao menos mitigar defeitos no produto ou na execução.

Os passos são os seguintes:

-Plan (planejamento): estabelecer missão, visão, objetivos (metas), procedimentos e processos (metodologias) necessárias para o atendimento dos resultados.

-Do (execução): realizar, executar as atividades.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS

-Check (verificação): monitorar e avaliar periodicamente os resultados, avaliar processos e resultados, confrontando-os com o planejado, objetivos, especificações e estado desejado, consolidando as informações, eventualmente confeccionando relatórios.

-Act (agir): Agir de acordo com o avaliado e de acordo com os relatórios, eventualmente determinar e confeccionar novos planos de ação, de forma a melhorar a qualidade, eficiência e eficácia, aprimorando a execução e corrigindo eventuais falhas.

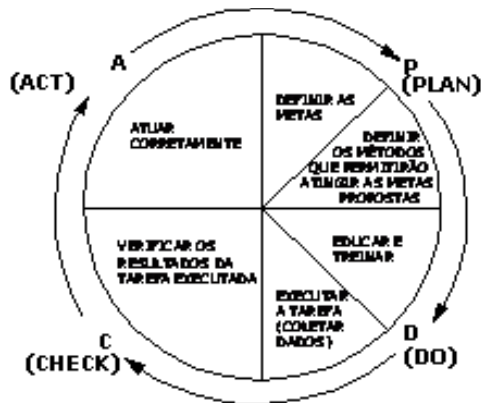


Figura 1. Ciclo PDCA.

Fonte: Campos (2004)

De acordo com Campos (2004) o PDCA de melhoria é utilizado para a solução de problemas e atingir metas de forma contínua. Este método é composto por oito etapas: identificação do problema, observação do problema, análise do processo, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão. Para auxiliar o método são utilizadas ferramentas de acordo com a complexidade do problema que variam de ferramentas básicas até avançadas.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



Dentro da aplicação da ferramenta do PDCA várias outras ferramentas dão suporte ao processo, tal como a matriz GUT auxiliará na etapa de planejamento do ciclo do PDCA, permitindo a identificação das causas para a elaboração do plano de ação. Segundo Bond, Busse e Pustilnick (2012, p. 69), a matriz GUT advém da sigla gravidade, urgência e tendência, estabelecendo prioridades com objetivo de eliminar problemas de grandes quantidades relacionados entre si.

Com objetivo de saber a gravidade de um problema o GUT identifica seu grau de urgência, como o problema pode ser resolvido e até onde o mesmo pode piorar se nenhuma providência for tomada.

Para auxiliar na identificação das causas, o diagrama de Ishikawa se apresenta como uma ferramenta válida. Segundo Mello (2011, p. 22) o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta que serve para identificar as causas de um desvio da qualidade que pode ser denominado como diagrama de causas e efeito ou espinha de peixe, na construção do diagrama é utilizado os 6Ms como as principais causas dos problemas, sendo eles, a mão de obra, os materiais com seus componentes, as máquinas e equipamentos, os métodos, o meio ambiente e a medição. É válido lembrar que nem sempre é necessária a citação dos seis elementos que compõe o diagrama, podendo o mesmo ter uma solução mais simplificada. Outra ferramenta relevante no processo de aplicação do PDCA é os cinco porquês, segundo Seleme e Stadler (2012, p. 44) os cinco porquês podem auxiliar na identificação da causa da problemática estudada.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



A técnica tem como objetivo identificar a verdadeira causa do problema fazendo a sistemática de uma simples pergunta (porquê) propondo soluções cabíveis. Não se torna necessário o uso dos cinco porquês, pois o mesmo pode ser uma natureza simples e de fácil solução, podendo então ser solucionada com mais antecedência. Para a elaboração do plano de ação que suportará a execução da etapa DO o método 5W2H é amplamente difundido tanto no meio acadêmico quanto no meio organizacional, segundo Custodio (2015, p. 32) da metodologia definida do 5W2H que teve origem nos Estados Unidos define um conjunto de perguntas para melhor eficácia da solução de um problema esta técnica tem por finalidade simplificar o entendimento para a solução de problemas identificando onde deve ser trabalhado. Esta nomenclatura vem do inglês: What (o quê); Why (por que); Where (onde); When (quando); Who (quem); How (como); How much (quanto custa).

Rodeiros Ferroviários

O rodeiro ferroviário é composto de duas rodas acopladas por um eixo e um par de rolamentos acoplados às extremidades do eixo, conforme ilustrado na Figura 3. O rodeiro tem a função de suportar a carga vertical, devido ao peso próprio do veículo e da carga transportada. Outra propriedade importante do conjunto é permitir o direcionamento do veículo, quando trafegar por uma via com alinhamento irregular.

Tal direcionamento é obtido pela variação do raio de rolamento das rodas, que possui um perfil transversal de rolamento cônico, conforme figura 2:

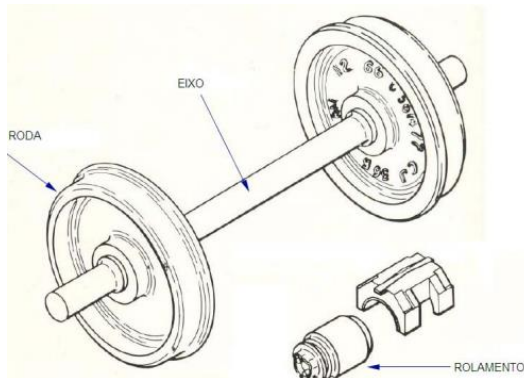


Figura 2. Desenho esquemático do Rodeiro

Fonte: Rosa (2006)

Freitas (2015) define as rodas como os “componentes responsáveis por transmitir o movimento ao vagão, além de suportar todo o seu peso e solicitações causadas pela frenagem e irregularidades da via”. São compostas basicamente por pista de rolamento (ou passeio da roda), friso, aro, disco e cubo (FREITAS, 2015), conforme apresentado na figura 3:

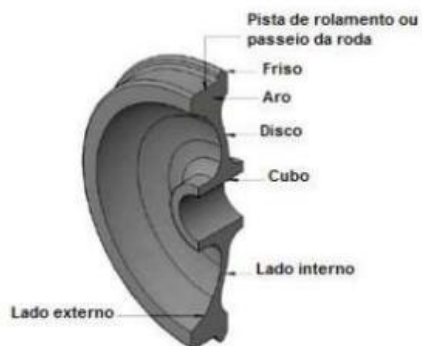


Figura 3. Desenho esquemático do Roda Ferroviária

Fonte: Adaptado de (FREITAS, 2015).

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



O contato entre a roda e o trilho é o responsável por um dos principais custos nas operações ferroviárias, pois trilhos e rodas, além de serem componentes de alto custo para reposição, quando desgastados além de suas tolerâncias de segurança, podem implicar em riscos operacionais para os ativos que circulam em uma malha ferroviária. Como os custos de reposição destes componentes são de alto valor em um mercado, com uma demanda cada vez maior, todo projeto que aumente a sua vida útil é de suma importância para garantir uma operação ferroviária mais eficiente, com a redução dos custos e o aumento da disponibilidade do material rodante para a operação, conforme ilustra figura 4:

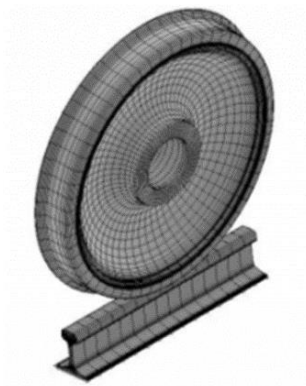


Figura 4. Desenho Contato Roda Trilho Ferroviario

Fonte: Sanchez (2014)

À medida que o rolo percorre a malha ferroviária, a roda apresentará defeitos no passeio da roda e precisará realizar a usinagem para retirada do defeito. A seguir serão

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS

apresentados alguns motivos que as rodas são retiradas de circulação e devem ser usinadas.

Bandagem trincada ou quebrada. Pequenas quebras devidas ao escoamento de material da pista ao longo do perímetro da roda, na quina mais externa do ponto de passeio, não é considerado defeito.



Figura 5. Roda Quebrada

Fonte: Manual Técnico de Vagões (2016)

Roda com calo na pista com 50 mm de comprimento ou mais.



Figura 6. Roda com Calo

Fonte: Manual Técnico de Vagões (2016)

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS

Rodas com descascamento de pista (Shelling), devem ser retiradas de serviço quando as fadigas se apresentarem com mais de $\frac{3}{4}$ " (19mm) de comprimento e de largura e estiverem mais ou menos distribuídas ao longo da periferia da roda ou sempre que alguma fadiga tenha mais que 1" (25,4mm) de comprimento e de largura, conforme figura 7:



Figura 7. Roda com Descascamento

Fonte: Manual Técnico de Vagões (2016)

Rodas que apresentem cava maior que 4 mm conforme figura 18, devem ser removidas de serviço e enviadas para usinagem de recomposição da vida. As rodas com cava formam o conhecido friso falso que trava o movimento lateral dos truques, gerando no rodeiro a ocorrência de uma roda com friso fino e a outra com friso praticamente normal.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



Figura 8. Roda com Cava

Fonte: Manual Técnico de Vagões (2016)

Rodas com sulco marcado na pista de rolamento com profundidade maior que 1/8" (3,2mm) ou mais, deverão ser removidas de serviço e verificadas quanto à condição de recuperação por usinagem, conforme figura 9:



Figura 9. Roda com Sulco

Fonte: Manual Técnico de Vagões (2016)

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



ANÁLISE DOS RESULTADOS

Contextualização da Empresa

A Vale, antigamente nomeada CVRD (Companhia Vale do Rio Doce) foi criada em 1942 para a exploração das minas de ferro no estado de Minas Gerais e hoje possui em sua carteira de produtos a exploração de minério de ferro, cobre, níquel, caulim e outros minerais. Possui operações em cerca de 30 países atuando nos negócios de mineração, logística, siderurgia e energia – sendo no modelo misto de contratos de autogestão, este último formado por energia renovável. No país, a Vale representa cerca de 2% do consumo, tornando-se uma das 5 maiores consumidoras nacionais. Neste negócio, possui como pilares de atuação a competitividade, a segurança do fornecimento e a sustentabilidade (VALE, 2021).

Na siderurgia, visando promovê-la no Brasil – visto ser o país na qual sua sede e as nossas maiores operações estão instaladas, a Vale integra esta atividade como parte da sua estratégia global. Já acerca do negócio mineração, a Vale é a maior produtora de minério de ferro e de níquel do mundo e atua também em outros segmentos minerais como o manganês e ferroligas, carvão e cobre (VALE, 2021).

O minério de ferro é encontrado na natureza na forma de rochas, misturado a outros elementos. Por meio de diversos processos industriais, o minério é beneficiado para, posteriormente, ser vendido para as indústrias siderúrgicas. Uma das principais características do minério da Vale é o seu alto teor de ferro, sendo que as rochas localizadas em Carajás – onde estão algumas de suas minas – são formadas por até

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



67% de teor (o mais alto do planeta). Por este motivo, o minério de Carajás é considerado o minério de ferro de melhor qualidade do mundo (VALE, 20210).

Na logística, a empresa possui uma rede que integra as minas, as ferrovias, os portos e navios. A logística também inclui o transporte de cargas a terceiros e oferece duas linhas de trem de passageiros, na Estrada de Ferro Vitória a Minas e na Estrada de Ferro Carajás, performando assim cerca de 2 mil quilômetros de malha ferroviária no Brasil. Referente à logística portuária, a Vale conta com uma rede de portos e terminais conectados às minas por meio das ferrovias. Já sobre a logística ferroviária no Brasil destaca-se neste estudo a Estrada de Ferro Carajás, que integra o chamado Corredor Norte, possui 972 km de extensão, possui como principais cargas transportadas o minério de ferro, ferro-gusa, manganês, cobre, combustíveis e carvão e possui como principais pontos de conexão as Minas de Carajás, no Pará, ao Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, no Maranhão (VALE, 2021).

Redução da Taxa de Deseixamento de Rodeiros no CMR

O corredor norte da VALE congrega as operações do Pará e Maranhão e é responsável pela produção de cerca de 200 MTPA de minério de ferro da companhia. A estrada de ferro carajás (EFC) escoar essa produção através de trens compostos por vagões e locomotivas das minas até o porto de ponta da madeira. O vagão é o material rodante que apresenta o maior número de ativos e cada vagão possui 4 rodeiros, isto quer dizer que há 80 mil rodeiros em operação na EFC e cada um deles é considerado um ativo crítico para o negócio da VALE.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



Para sustentar o aumento de volume do sistema norte e o consequente aumento do parque de ativos, iniciamos a operação do centro de troca e manutenção de rodeiros (CTMR), localizado em São Luis do Maranhão.

O CTMR é uma oficina de manutenção que representa o esforço da VALE em implementar a indústria 4.0. Com equipamentos automatizados e semiautomatizados, realiza-se a troca de rodeiros nos lotes de vagões em sistema de PIT STOP. Essa concepção de demanda é realizada através da modelagem da big data gerada pelo Waysides. Quando o rodeiro entra em manutenção, passa por processos como usinagem em tornos CNC e troca de rolamentos e de rodas em células robóticas. Todos esses processos são conectados por uma programação e uma expedição nivelada e o processo de qualidade acontece através de técnicas como ultrassom e análise de instrumentação.

Os maiores custos de manutenção nesse processo estão relacionados com a aquisição de rodas novas, impulsionado pelo indicador de taxa de deseixamento de rodas. O processo de usinagem de rodeiro é responsável pela medição, usinagem e detecção de rodeiros para o processo de deseixamento o que gera o indicador de taxa de deseixamento de rodeiros.

Planejamento

Avaliando o indicador notou-se que existia um problema, pois os resultados apontavam para 16,02% e o orçado era de 11,15%, conforme ilustra figura 10:

1.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS

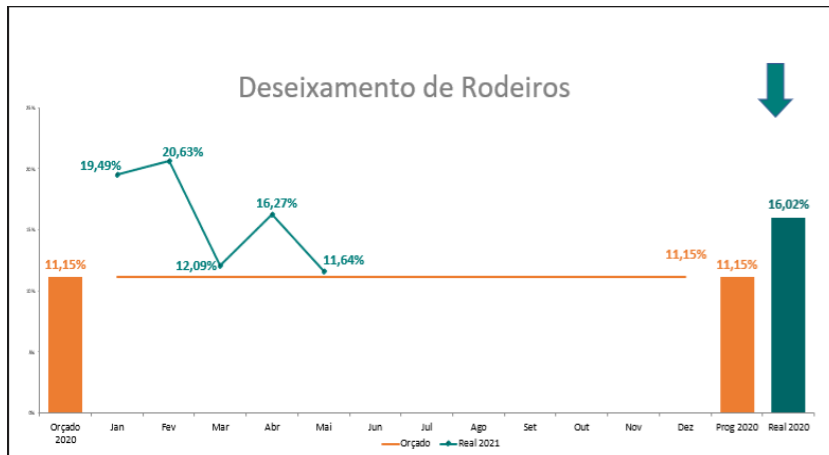


Figura 10. Indicador de Taxa de Deseixamento de Rodas Ferroviárias

Fonte: Pesquisa

No planejamento, identificamos o gap de 4,87% na taxa de deseixamento através do gráfico de linha sequencial. Nas estratificações iniciais, observou-se que 3,27% dos rodeiros deseixados possuíam defeitos em passeio de roda e eram oriundos da concepção de demanda preditiva, conforme ilustra a figura 11:

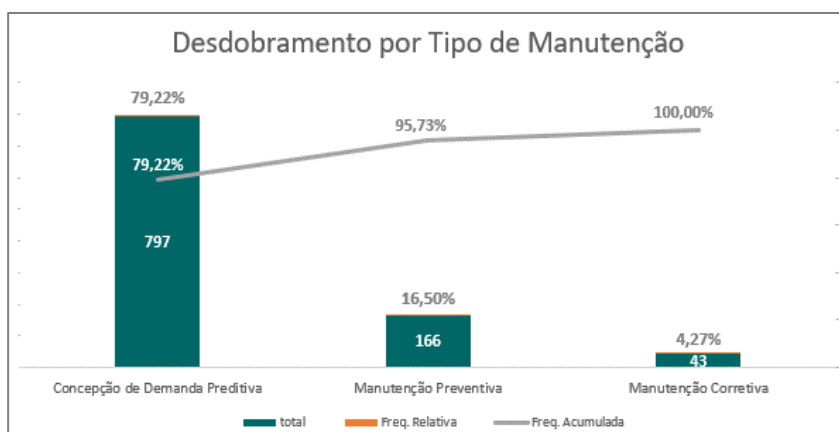


Figura 11. Estratificação de Deseixamento por tipo de Manutenção

Fonte: Pesquisa

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Utilizamos o método dos quartis para definir a meta do projeto: reduzir a taxa de deseixamento de rodeiros programados com alarmes de defeito no passeio em rodas em 19%, saindo do patamar de 12,02% para 9,73% até dezembro de 2020, conforme ilustra a figura 12:

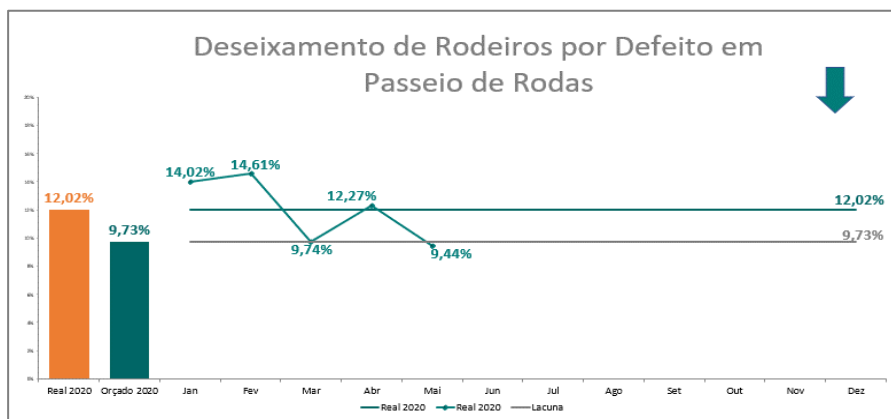


Figura 12. Indicador de Taxa de Deseixamento com a Meta estabelecida

Fonte: Pesquisa

Fazer

Durante a análise do processo, com a utilização do diagrama de Ishikawa, 4M e Teste dos Porquês, identificamos que existe um desvio no fator máquina, relacionada à imprecisão do sistema de medição dos tornos, conforme ilustra a figura 13:

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS

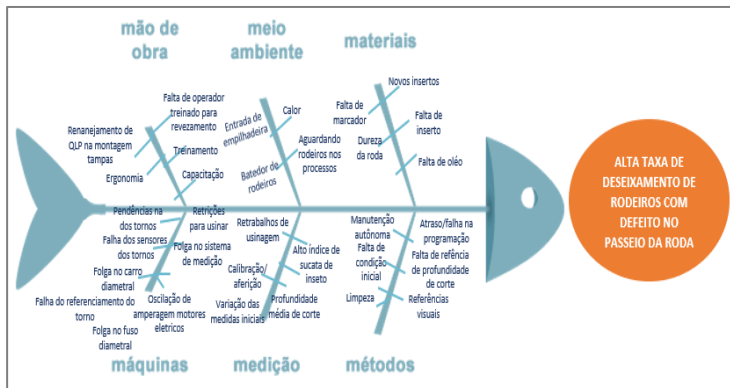


Figura 13. Diagrama de Ishikawa com as causas para a alta taxa de deseixamento de rodas ferroviárias

Fonte: Pesquisa

A causa foi identificada como falha no processo de calibração do equipamento com a contribuição da ausência de expertise técnica da equipe de operação na usinagem dos rodeiros. Sabendo disso, foi elaborado um plano de ação. Fizemos um brainstorming com as equipes e tivemos um total de 10 ideias. Dessas, 7 foram priorizadas considerando o impacto em SSMAC, Qualidade, Lead Time e Custos, conforme ilustra figura 14:

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



	SSMAC	Qualidade	Lead Time	Custos	Parecer Final
Avaliar a estratégia de manutenção e verificar atuação sobre o sistema de medição	○	○	○	○	✓
Realizar análise das medidas do rodeiro padrão	○	○	○	○	✓
Criar de um padrão e referência de profundidade de corte para os operadores	○	○	○	○	✓
Estruturar processamento de rodeiros trocados a manuntenir no CMR	○	○	○	○	✓
Criar uma grade de treinamento para operação dos tornos	○	○	○	○	✓
Avaliar junto a engenharia para a eliminação do critério de rodeiros com tape abaixo de 210	○	○	✕	○	⊘
Realização de padronização dos programas dos tornos	○	○	○	○	✓
Verificar junto a engenharia da assertividade do waysides	✕	○	△	○	⊘
Realizar treinamento em comando numérico computadorizado	○	✕	○	○	⊘

Figura 14. Ações levantadas no Brainstorming

Fonte: Pesquisa

Logo após priorização das ideias partimos para elaboração do plano de ações em que foi criado uma carteira com 16 ações conforme ilustra a figura 15 abaixo:

Ação	Prazo	Responsável	Status
Direcionar 100% dos rodeiros com bandagem baixa para o processo Usinagem. Criar Fluxograma de Rodeiros Fim de vida	14/10/2020	Milena Gomes	Realizado
Sistematizar rotina de avaliação do rodeiro padrão de calibração dos tornos utilizando o calipri	14/10/2020	Sávio Costa	Realizado
Criar rodeiro padrão para fazer a medição de calibração	14/10/2020	Ricardo Dominici	Realizado
Criar tabela de referência para prof. de corte x defeito na roda	14/10/2020	Milena Gomes	Realizado
Estruturar capacitação para equipe da usinagem	14/10/2020	Ricardo Santos	Realizado
Criar indicador de precisão do Waysides	02/11/2020	Sávio Costa	Realizado
Realizar treinamento de uso das variantes em todos os tornos	02/11/2020	Marcos Sousa	Realizado
Avaliar PTP e incluir parâmetros para reaproveitar rodeiros e treinar inspetores para avaliar e liberar rodeiros, exclusivamente que não possa mais usinar com tape inferior a 200 e que esteja sem defeito na roda	02/11/2020	Ricardo Santos	Realizado
Avaliar critério para rodeiros de usinagem preventiva <= tape 210 sem defeito na roda e sem defeito no rolamento	02/11/2020	Milena Gomes	Realizado
Retirar restrição da haste do apalpador do sistema de medição	02/11/2020	Genilton Carvalho	Realizado
Retirar folga da haste da roldana do apalpador	02/11/2020	Genilton Carvalho	Realizado
Treinar equipe da MEI para calibração dos tornos	02/11/2020	Genilton Carvalho	Realizado
Definir periodicidade de calibração dos tornos	02/11/2020	Genilton Carvalho	Realizado

Figura 15. Carteira de Ações

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Fonte: Pesquisa

Verificar

Logo após a realização das ações iniciou-se a verificação do comportamento do indicador de deseixamento de rodeiros. O resultado planejado foi alcançado, o indicador de deseixamento por motivo de defeito em passeio de rodas chegou a 9,43% em dezembro de 2020. Conforme ilustra a figura 16:

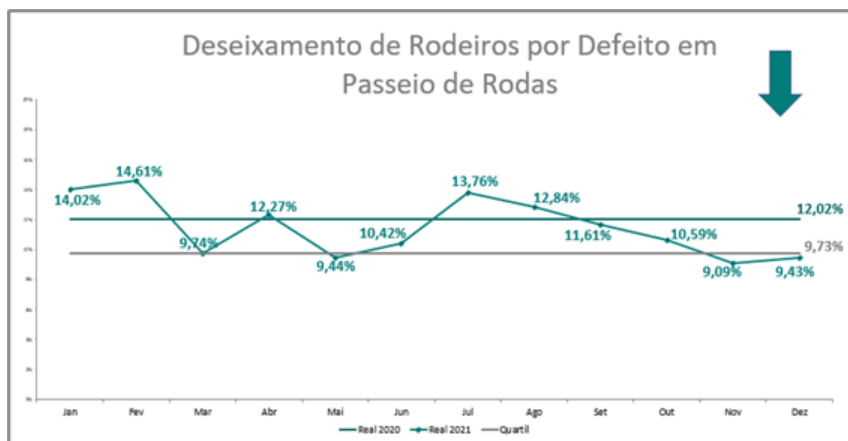


Figura 16. Indicador de Taxa de Deseixamento de Rodas Ferroviárias com meta alcançada

Fonte: Pesquisa

Com esse impacto positivo no indicador de deseixamento de rodeiros, tivemos um ganho em cerca de 2,10% na taxa de sucateamento de rodas, o que representa um total de 125 rodas que deixaram de ser sucateadas até dezembro de 2020. Consequentemente obteve-se o aumento de vida útil de rodas em 4,27% passando

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS**

de 7,97 anos para 8,31 anos em 2020, obteve-se também ganhos em custos expressivos equivalentes para se comprar 19.245 cilindros e 11.103 pacotes de máscara descartável.

Padronizar

Após a verificação dos impactos positivos das ações sobre o indicador, foi realizado a padronização na célula de usinagem de rodeiros, efetuado a revisão dos padrões da central de usinagem bem como capacitação de 100% dos operadores de tornos CNC do procedimento operacional e fluxograma de rodeiros fim de vida no CMR. Conforme ilustra a figura 17 e 18:

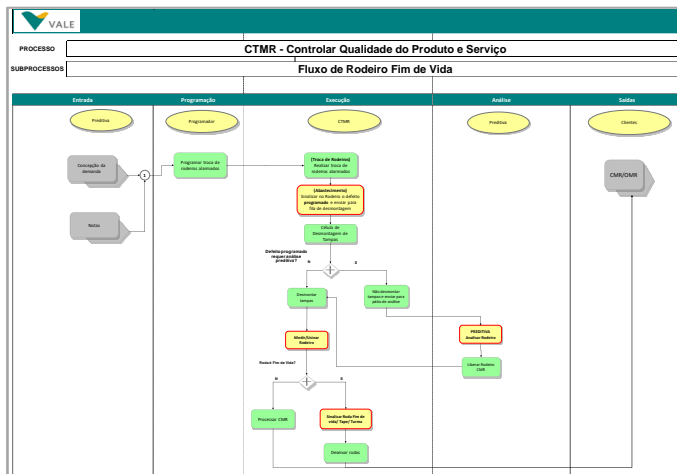


Figura 17. Fluxograma de Rodeiros Fim de Vida

Fonte: Pesquisa

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 18. Capacitação no Fluxograma de Rodeiros Fim de Vida

Fonte: Pesquisa

CONCLUSÕES

Foi abordado a ferramenta PDCA e como ela pode ser utilizada para melhoria dos processos produtivos da Gerência de Inspeção e Preditiva de Vagões, na célula de Usinagem de Rodeiros Ferroviários. Demonstrado também na prática os passos da ferramenta bem como a aplicabilidade para alcance do objetivo.

Com o uso da metodologia PDCA foi possível entender o problema, identificar as causas e constatar a sua veracidade. Foi mostrado o vínculo entre o ciclo PDCA, a utilização de conhecimento e a solução de problemas, incluindo os da área da qualidade.

Observou-se que com esta metodologia e as pessoas no centro entendendo o objetivo do uso da ferramenta, pode-se obter ganhos substanciais nas dimensões de segurança operacional, qualidade, produtividade e custos, acentuando por sua vez a importância da metodologia para resolução de problemas na EFC.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



Por fim, sugere-se a realização de futuros trabalhos em continuidade à linha de pesquisa atual, destacando: Aumento no desempenho e ganhos para a empresa, seria a aplicação mais criteriosa e detalhada da ferramenta PDCA no setor de processo produção, e após a constatação das melhorias, controlar o processo com ciclo PDCA de controle, gerenciando a rotina da produção, garantindo que esses problemas não ocorram novamente.

Existe capacitação na metodologia por meio de imersões, onde o empregado entende a parte teórica como também parte para o campo para resolver problemas utilizando a ferramenta. Há um plano para capacitação de 100% dos empregados tanto por meio de imersões como também por meio de grupos voluntários de CCQ. Por meio dos grupos de CCQ os empregados têm apoio metodológico para resolução de problemas. Para os empregados destaques na metodologia existe um reconhecimento anual por parte do CCQ o que motiva os empregados a buscarem conhecimento sobre a ferramenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOND, M. T.; BUSSE, A.; PUSTILNICK, R. (2012). Qualidade Total: O Que É E Como Alcançar. Curitiba: Intersaberes.

CAMPOS, V. Falconi. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia. 8. ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



CICLO PDCA. Disponível em http://www.utp.br/informacao/si/si_ciclo%20PDCA%20e%205S.htm Acesso em 29 de novembro de 2005.

COUTO, B. do A.; ROBERT, M.; I. (2012). Gestão por processos: em sistemas de gestão da qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark.

CUSTODIO, M. F. (2015). Gestão da qualidade e produtividade. São Paulo: Pearson.

FREITAS, Isaias Moreira, Análise de Propriedades e Metalografia de Rodas Ferroviárias Microligadas. 109p. Dissertação – Engenharia Metalúrgica, IFES – Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória, 2015.

Manual Técnico de Vagões. 237p. 2017

MARSHALL, J. I.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B.; LEUSIN, S. (2006). Gestão da qualidade. 7. Ed. Rio de Janeiro: FGV.

MATTOS, A. D. (2010). Planejamento e controle de obras. São Paulo: Pini.

MELLO, C. H. P. (2011). Gestão da qualidade. São Paulo: Pearson Education.

MENDONÇA, A.F; ROCHA, C. R. R; NUNES, H. P. Trabalhos Acadêmicos: planejamento, execução e avaliação. Goiânia: Faculdades Alves Farias, 2008

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



OROFINO, A. C. (2009). Processos com resultados: A busca da melhoria continuada. Rio de Janeiro: LTC.

PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da qualidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2000.

PESSOA, Gerisval. A. Círculos de controle da qualidade como instrumento de gestão participativa e motivacional. In: XVIII Enangrad, 2007. Anais do XVIII Enangrad, 2007.

PESSOA, Gerisval. A. Aplicação do PDCA: redução do índice de reclamações de clientes, 2008.

SELEME, R; STADLER, H. (2012). Controle da qualidade: As ferramentas essenciais. Curitiba: Intersaberes.

SOARES, Aurélio Batista. Aplicação de ferramentas estatísticas para a avaliação da qualidade: O caso de uma fundição de médio porte situada na Alemanha. 2007.

VERGARA, Sylvia C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

VIEIRA FILHO, G. (2010). Gestão da Qualidade Total: Uma abordagem prática. 3. ed. Campinas: Alínea.

WERKEMA, M.C.C. As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.